Aus dem pharmakologischen Laboratorium in Bonn.

Ueber

# Augenmaassprüfungen

unter dem

## Einflusse pharmakologischer Agentien.

---

**Inaugural-Dissertation**

bei der

Meldung zum Doctorexamen

der medicinischen Facultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

vorgelegt

im Juli 1895

von

**Wilhelm Reis**

aus Trier.

BONN,

Druck von Karl Drobnig.

1895

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547409_0109

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Eine für den Laien wie für den Fachmann gleich interessante Frage ist es, die Veränderungen genauer kennen zu lernen, welche unsere psychischen Thätigkeiten erfahren unter dem Einflusse solcher pharmakologischer Agentien, die entweder als Genussmittel (Alkohol, Thee, Kaffee) oder als Medikamente, wie Morphin, Urethan, Chloralhydrat u. s. w. genommen werden. Oft spielt die Voreingenommenheit des Einzelnen z. B. in der Frage, ob kleine Mengen alkoholartiger Getränke ihm für die Ausführung irgend einer die Anspannung der Aufmerksamkeit erheischenden Handlung förderlich seien oder nicht eine derart dominierende Rolle, dass auf die subjektiven Urteile der einzelnen Individuen nur wenig Wert gelegt werden kann. —

Um aus diesem Labyrinthe widerspruchsvoller Behauptungen herauszukommen, ist es unumgänglich, Mittel und Wege ausfindig zu machen, die uns gestatten, die fertige Leistung der Versuchsperson zunächst in dem von dem Agens unbeeinflussten Zustande in Form irgend einer messbaren Grösse zu fassen; diesen präcisen Zahlenwert brauchen wir dann nur mit den während der Wirkung des Agens für die gleiche psychische Leistung gewonnenen zusammenzuhalten, um zu einer objektiven Vergleichung beider Zustände zu gelangen.

Als illustrierender Fall, in welchem die Frage nach der Güte der Leistung und ihre Veränderungen

infolge von Genussmitteln auf einem ganz anderen Gebiete als demjenigen der psychophysischen Messungen schon praktisch entschieden worden ist, führe ich an, dass die meisten Kunstschützen den Genuss selbst kleiner Alkoholmengen vor Ablegung ihrer Kunstproben geflissentlich vermeiden. Den objektiven Maassstab für ihre Leistung haben wir in diesem Fall in den Radien der getroffenen Ringe auf der Scheibe [„Zahl der Ringe"]; vorausgesetzt, dass die Zahl der abgegebenen Schüsse nicht zu gering ist, könnten wir die verschiedenen Zustände oder Dispositionen des Schützen durch Angabe desjenigen Ringes präcisieren, dessen Radius das arithmetische Mittel aus sämmtlichen in dem betreffenden Zustande getroffenen Einzelradien vorstellt. Je grösser dieser mittlere Radius ausfällt, um so geringer ist die Sicherheit des Schützen. Für unseren Zweck, die Wirkung von Arzneimitteln auf psychische Vorgänge zu ermitteln, wäre das Beispiel des Schützen schon etwas zu verwickelt, weil mit dem Wahrnehmungsvorgang beim Zielen noch ausserdem ein motorischer Vorgang, das Abfeuern, verbunden ist, der seinerseits entweder gleichsinnig oder entgegengesetzt durch das Arzneimittel beeinflusst werden kann wie der sensorische Akt. Gerade vom Alkohol ist es neuerdings nachgewiesen worden, dass er die Auslösung einfacher motorischer Vorgänge anfangs wenigstens begünstigt. Die gesteigerte oder herabgesetzte Sicherheit des Schützen ist deshalb die Resultante von mindestens zweierlei Leistungen der Psyche, wenn nicht ausserdem gar noch andere Nebenwirkungen des Medikamentes einwirken, etwa der Art, dass es gleichzeitig eine gewisse muskuläre Unruhe hervorruft. —

In besonders ausführlichen und mühsamen Versuchsreihen hat *Kraepelin* die Veränderungen, welche

die psychischen Thätigkeiten des Menschen unter dem Einflusse von Arznei- und Genussmitteln erfahren, zum Gegenstande eingehender messender Untersuchungen gemacht. In seinem 1892 erschienenen Buche: „Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel“ [1]) hat er die Ergebnisse dieser interessanten Studien zusammenfassend veröffentlicht. —

Die von *Kraepelin* geprüften psychischen Leistungen waren: Die Intensität der Muskelinnervation bei dem rein motorischen Vorgang, wie ihn das Zusammendrücken der Arme eines Dynamometers in kurz aufeinanderfolgenden Zeiträumen vorstellt. Die zu jeder Versuchsreihe gehörenden 150 Einzelversuche wurden in 6 zeitlich aufeinanderfolgende Gruppen von je 25 eingeteilt; der aus jeder Gruppe berechnete „wahrscheinliche Mittelwert“ gab einen direkten Zahlenausdruck für den zeitlichen Ablauf der durch das Arzneimittel bewirkten Aenderung des Innervationsvorganges. Mit solch einfachen Mitteln, aber durch die messende Methode ermittelte *Kraepelin* als Wirkung des Alkohols (20—30 g) an sich selbst im Anfange eine rasch vorübergehende Steigerung der Muskelleistung, die jedoch schon nach 10 bis 20 Minuten wieder abnahm. Bei einer anderen Versuchsperson war eine wirkliche Zunahme der Muskelkraft während keiner Phase der Alkoholwirkung nachzuweisen; vielmehr trat in allen Experimenten bei dem Betreffenden eine mehr oder weniger rasch vorübergehende, aber doch mindestens eine halbe Stunde dauernde Abnahme der muskulären Leistungsfähigkeit deutlich hervor. Umgekehrt würde durch den Genuss von Theeaufguss (aus 10 g ostindischen

1) Jena, Verlag von Gustav Fischer 1892.

Thees) eine Erhöhung der muskulären Arbeitsleistung herbeigeführt, welche die durch den Alkohol bewirkte anfängliche Kraftzunahme entschieden übertraf und zudem nicht, wie die nach Alkohol, sehr flüchtiger Natur war, sondern längere Zeit, im Durchschnitt etwa 30 Minuten, mit voller Intensität andauerte. Sie nahm dann allmählich ab, war aber selbst nach Ablauf einer Stunde deutlich nachzuweisen. —

Ausser diesem rein motorischen Akte prüfte *Kraepelin* sensorisch-intellektuelle Akte, wie einfache Unterscheidungs- und Wahlreaktionen, ferner Zeitschätzungsversuche; in Versuchen nach fortlaufender Methode wurde geprüft die Raschheit mit der das Individuum addieren, auswendig lernen, lesen konnte, und ferner mit welcher Geschwindigkeit Associationen nach Klang- und Begriffsvorstellungen unter dem Einflusse des Medikamentes reproduziert werden konnten.

Bei der Auswahl einer geeigneten psychophysischen Leistung zu unsern Versuchen galt es eine solche aufzusuchen, bei welcher im Gegensatz zu der Leistung des Kunstschützen der motorische Akt ganz wegfällt und gleichzeitig die Qualität der ausgeführten Leistung in einer für die Rechnung geeigneten Zahl sich präcise ausdrückt. —

Die in den folgenden Seiten zu beschreibenden Versuche hatten zur Aufgabe mittelst Messung zahlenmässig festzustellen, in welcher Weise die Qualität solcher ganz elementarer Urteilsvorgänge durch Arzneistoffe beeinflusst wird, wie wir sie bei jeder, einen gewissen Grad von Aufmerksamkeit erheischenden Beschäftigung, wie z. B. Ablesungen bei Untersuchungen im Laboratorium oder dergleichen, ausführen.

Als solchen, dem praktischen Leben sehr naheliegenden und sich vorzüglich zur Messung eignenden

Urteilsakt wählten wir die Teilung einer Strecke in zwei möglichst gleich erscheinende Hälften mit Hülfe des Augenmaasses. Statt durch das Auge hätte man die Halbierung der Strecke auch gerade so gut mit Hülfe des Ohres ausführen lassen können, etwa der Art, dass man an einer möglichst homogenen Saite (Stahlsaite) einen verschieblichen Steg so lange hin und her bewegt hätte, bis die Versuchsperson zu dem Grundtone der ganzen Saite die Oktave (= die halbe Saitenlänge) mit möglichster Reinheit dem Gehör nach abgestimmt hätte. Ein an dem verschieblichen Steg angebrachter Zeiger ermöglicht, auf einer Teilung die bei den Einzeleinstellungen vorgekommenen Unterschiede direkt in Prozenten der Saitenlänge abzulesen. —

Was die Einzelheiten bei der Ausführung solcher Augenmaassprüfungen anlangt, so ist nach *Wundt*[1]) noch zu beachten, dass wir Distanzen im Gesichtsfelde nur dann mit einiger Genauigkeit zu vergleichen im Stande sind, wenn sie gleiche Richtung haben. Wenn wir z. B. einer gegebenen Geraden eine zweite gleich machen wollen, so müssen wir derselben die nämliche Richtung geben. Dieser Forderung ist bei der Halbierung einer geraden Strecke bereits eo ipso genügt. Aber auch dann finden noch kleine Ungenauigkeiten statt, welche sich umso mehr vermindern, je mehr wir mit bewegten Augen die Distanzen vergleichend abmessen. Dagegen wird bei Auschluss der Bewegung, also bei starrer Fixation, und noch mehr bei momentaner Beleuchtung durch den elektrischen Funken die Grössenschätzung sehr viel unsicherer. An derart unnatürliche äussere Umstände

1) „Grundzüge der Physiologischen Psychologie“ von *Wilhelm Wundt*, IV. Auflage, Leipzig Verlag von W. Engelmann, 1893, II. Band, S. 131.

ist auch unser Sehorgan weder gewöhnt, noch darauf eingerichtet.

Die unserm Augenmaass zu Grunde liegende Auffassung von der Lage eines Gegenstandes im Raum wird hiernach wesentlich von der Bewegungsempfindung unserer Augenmuskeln resp. Innervationsanstrengung bestimmt, die wir nötig haben, um den Fixations- oder Blickpunkt unseres Auges, der sein Bild auf dem gelben Fleck oder der fovea centralis retinae entwirft, über die abzuschätzende Distanz hingleiten zu lassen.

Man könnte selbstversändlich auch statt der geraden Strecke auch nur deren Endpunkte als „Punktdistanzen" markieren, und mittelst eines dritten beweglichen Punktes die vermutliche Mitte einstellen lassen. Indessen die Erfahrung hat anderen Beobachtern, die über das Augenmaass experimentierten, bereits gezeigt, dass für die Genauigkeit des Augenmaasses derjenige Fall der günstigste ist, in welchem gerade Linien mit einander verglichen werden. —

Aus den eingehenden Untersuchungen von *R. Fischer*[1]) über „Grössenschätzungen im Gesichtsfeld" geht hervor, dass nur die bei wagerecht gelegenen Strecken mit beiden Augen im Blickfelde vorgenommenen Grössenschätzungen die einzigen waren, die nahezu richtig ausgeführt wurden. In den übrigen Messungen macht sich ein konstanter Fehler bemerkbar und zwar wurden regelmässig überschätzt:

1. Die untere von 2 vertikalen Vergleichsstreken gegenüber der oberen, einerlei ob die Schätzung mit einem oder mit beiden Augen vorgenommen wurde, ob sie blos im Sehfelde des ruhenden Auges, oder im Blickfelde des bewegten Auges statt fand.

1) *v. Graefe's* Archiv für Ophthalmologie. XXXVII. Band, 1. Abteilung S. 97 ff.

2. Von zwei horizontalen zu vergleichenden Strecken wurde, wenn nur mit einem Auge gearbeitet wurde, stets die äussere gegenüber der inneren sowohl im Blickfeld wie im Sehfeld überschätzt.

3. Lag die eine Vergleichsstrecke wagerecht, die andere senkrecht, so wurde die senkrechte regelmässig überschätzt, zumal wenn letztere die untere war. —

Die *Fischer*'schen Versuche belehren uns also, dass wir unsere zu teilende Strecke am besten horizontal aufzustellen hatten, damit wir diese zwar ihrem Sinne nach konstant wirkenden Täuschungen des Urteils möglichst umgingen; denn wenn auch die bei anderer als horizontaler Lage der Vergleichsstrecken wirksamen Urteilstäuschungen wohl stets die gleiche Tendenz besassen, so war es noch lange nicht ausgemacht, dass ihre Grössenwerte jedesmal die gleichen waren. —

Um unsere Experimente während der Arzneiwirkungen nicht zu sehr auszudehnen, wurden die Halbierungsversuche mittelst Augenmaasses auch stets nur an einer einzigen Strecke bei stets gleich erhaltenem Gesichtswinkel vorgenommen. Auch wurde darauf geachtet, dass die sonstigen äusseren Versuchsbedingungen (Disposition, Tageszeit, Beleuchtung) möglichst gleich waren. Die Ablesungen wurden vorgenommen bei annähernder Primärstellung der Augen, nämlich bei etwas unter die Horizontalebene geneigter Visirebene, d. h. derjenigen Ebene, in welcher die beiden Gesichtslinien gelegen sind. Die Versuchsperson beobachtete die Verschiebung der Marke aus einer Entfernung von fast genau 3 Metern; die zu teilende Strecke von 1 Meter Länge erschien demnach unter einem Gesichtswinkel von $18^0$ bis $19^0$, wie folgende kurze Rechnung

ergiebt: Die eine Hälfte der Strecke = 0,5 m dividiert durch die Entfernung des Auges von ihr = 3 m stellt die Tangente des halben Gesichtswinkels dar, mit dem natürlichen Werte $\frac{0,5}{3} = \frac{1}{6} = 0,1666 \ldots = \text{tg } 9,46^0$. Der ganze Gesichtswinkel beträgt demnach $2 \times 9,46^0$ d. i. beinahe $19^0$. —

Interessant ist übrigens, dass *Fischer* nicht nur im Blickfeld sondern auch im Sehfeld das psychophysische Gesetz für die Grössenschätzungen maassgebend fand, d. h. der Betrag um welchen die eine von zwei zu vergleichenden Strecken, vergrössert werden musste, damit sie von der andern als eben merklich verschieden wahrgenommen wurde, betrug stets denselben Bruchteil der betreffenden Vergleichsstrecke. Dies wird bei der Erörterung über die am zweckmässigsten für den vorliegenden Fall anzuwendende Methode unter den psychophysischen Maassmethoden noch genauer auseinandergesetzt werden. —

Die in den folgenden Experimenten von uns fast ausschliesslich als die relativ einfachste benutzte „Methode der mittleren Fehler" lieferte, wie *Fischer* hervorhebt, das gleiche Ergebnis wie die auch dem Laien unmittelbar verständliche Methode der eben merklichen Unterschiede; gerade dieses Ergebniss ist ein direkter Beweis für die Brauchbarkeit der Methode der mittleren Fehler. Diesen bei den Halbierungen begangenen mittleren Fehler fand *Fischer* nur halb so gross, wie bei den Vergleichungen zweier Strecken, im Blickfeld wie im Sehfeld. Diese Thatsache hat, wie *Fischer* auseinandersetzt, nichts Ueberraschendes. Wenn man z. B. bei den Vergleichungen z. B. von einer Strecke = 100 eine zweite Strecke = 98 und eine dritte = 102 gerade noch zu unterscheiden vermag,

so wird man bei Halbierung einer Strecke = 200 den Unterschied der „Hälften“ 99 und 101 ebenfalls gerade noch herausfinden, also für die Einstellung einen Spielraum von 2 haben gegen einen solchen von 4 in jenem Falle.

Der zu unseren Versuchen benutzte Apparat war äusserst einfach: eine glatt gehobelte, genau 1 Meter lange Holzleiste, an beiden Enden auf Füssen ruhend, unten mit zwei Schiebleisten versehen, in welchen ein Holzklötzchen, das einen über die Vorderfläche aufgebogenen Draht als einzustellende Marke trug, von einer zweiten Person ganz langsam so lange verschoben wurde, bis die Versuchsperson auf die vermutliche Mitte eingestellt hatte. Der Stand der Marke wurde von dem Beobachter an einer am hinteren Rande der Leiste angebrachten für die Versuchsperson aber nicht sichtbaren Millimeterteilung abgelesen und notiert, der Versuchsperson aber nicht mitgeteilt, damit diese die weiteren Ablesungen ebenso unbeeinflusst ausführte, wie die Vorherige. Stets wurden je 10 Einstellungen vorgenommen und zwar abwechselnd von rechts und von links, und aus diesen in der nachher näher zu beschreibenden Weise zunächst das arithmetische Mittel genommen; es stellt diejenige Stelle der Teilstrecke vor, welche der Versuchsperson während der zehn Einstellungen als die wahre Mitte erschienen war. Alsdann wurden die Abweichungen ($\delta$) der Einzelablesungen von diesem Mittel berechnet. Aus der Summe der Quadrate aller $\delta$ ($\Sigma\delta^2$) erhielt man nach dem von *Gauss* gelehrten Verfahren den sogenannten mittleren variabelen Fehler (*f*). Fast stets wurde nicht die Stelle bei 500 Millimeter der Teilung sondern ein um einen halben Centimeter oder etwas mehr davon entfernter Punkt als arithmetisches Mittel aus der Serie

von zehn Ablesungen gefunden. Wir überzeugten uns mehrmals sehr deutlich, dass bei nicht ganz gleichmässiger Beleuchtung der Teilstrecke deren hellere Hälfte dem Auge der Versuchsperson als grösser imponiert als die dunklere. Ja man kann die Versuchsperson direkt zwingen diesen Fehler zu begehen, indem man die Teilstrecke neben einem Fenster derart aufstellt, dass sie nicht parallel sondern senkrecht zu der Fensterebene steht. Stets erscheint dann die dem Fenster nähere Hälfte wegen der stärkeren Belichtung dem Auge grösser als sie wirklich ist; sie wird bei der Ausgleichung kleiner als 500 Millimeter gemacht. Selbstverständlich wurde bei den eigentlichen Versuchen die zu teilende Strecke parallel mit der Fensterebene so aufgestellt, dass sie der Versuchsperson möglichst gleichmässig belichtet erschien. Trotzdem blieb aber noch ein kleiner konstanter Fehler bestehen, wie sich aus dem arithmetischen Mittel ergab, das stets auf der gleichen Seite verblieb.

Die Schärfe des Augenmaasses bei verschiedenen Beobachtern wie auch des einzelnen Beobachters unter verschiedenen Zuständen (seine augenblickliche Disposition) kann nun nach den cardinalen vier psychophysischen Maassmethoden geprüft werden. Wie sich die Ausführung derselben in unserem speziellen Falle gestalten würde, bedarf einer näheren Erörterung[1]).

**1. Die Methode der Minimaländerungen oder die Methode der eben merklichen Unterschiede**

sucht zu einer gegebenen physikalisch bekannten Reizstärke diejenige minimale Aenderung der Reizstärke ausfindig zu machen, welche gerade ausreichend ist,

1) Nach *Wundt* „Grundzüge der physiologischen Psychologie, I. Band, S. 332, ff.

um in unserem Bewusstsein die Empfindung zu bewirken, dass zwischen beiden Reizen ein eben merklicher Unterschied besteht. Das Verfahren zeigt gewisse Verwandtschaft mit demjenigen, das zur Ermittelung der Reizschwelle dient, d. h. derjenigen Reizstärke, die zuerst eine Minimalempfindung auslöst. Wegen dieser Analogie hat *Fechner*[1]) jenen minimalen Reizunterschied $\Delta r$, welcher es uns ermöglicht die durch beide Reizstärken ausgelösten Empfindungen als eben merklich von einander verschieden wahrzunehmen als die „Unterschiedsschwelle" bezeichnet. Eine je grössere Reizdifferenz $\Delta r$ für die Unterschiedsschwelle erforderlich ist, um so geringer ist offenbar die Unterschiedsempfindlichkeit $E$; die Grösse der letzteren wird also unmittelbar durch die reciproken Werte der ersteren gemessen: $E = \frac{1}{\Delta r}$ oder Unterschiedsempfindlichkeit

$$= \frac{1}{\text{Unterschiedsschwelle.}}$$

Bei unseren Augenmaassversuchen würden wir demnach die Marke auf der zu halbierenden Strecke so weit erst nach der einen und dann nach der anderen Seite verschieben, bis die Versuchsperson gerade die Empfindung bekommt: eben sind beide Hälften merklich verschieden. Aus dem mittleren Stande der Marke in mehreren Einstellungen vor und während der Arzneiwirkung ergiebt sich unmittelbar, ob und wie stark sich die Unterschiedsempfindlichkeit geändert hat.

### II. Die Methode der mittleren Abstufungen

besteht darin, zwischen einem schwächeren und einem stärkeren Reiz einen veränderlichen Reiz derart aus-

1) Elemente der Psychophysik I. S. 242.

zuwählen, dass die durch ihn vermittelte Empfindung möglichst die Mitte einnehme zwischen den durch den schwachen und den starken Reiz verursachten Empfindungen. Diese Methode ist, wie *Wundt* betont, für die Prüfung der Schärfe des Augenmaasses deshalb nicht angebracht, weil sie kein direktes Maass der Unterschiedsempfindlichkeit ergiebt.

### III. Die Methode der mittleren Fehler.

Sie geht aus der Methode der Minimaländerungen dann hervor, wenn man sich bei dieser auf die Feststellung der eben untermerklichen Reizunterschiede beschränkt. Die Methode der mittleren Fehler stützt sich auf die Erwägung, dass, je kleiner der Unterschied des Reizes ist, der in der Empfindung merklich wird, um so kleiner auch derjenige Reizunterschied sein werde, welcher nicht mehr merklich ist. Man darf daher voraussetzen, dass die Genauigkeit mit welcher, wenn ein erster Reiz gegeben ist, ein zweiter nach der Empfindung abgestuft wird, um demselben gleich zu erscheinen, der Grösse der Unterschiedsschwelle umgekehrt proportional sei. Demgemäss sucht man im Vergleich mit einer gegebenen Reizstärke eine zweite so abzustufen, dass sie eine von der ersten nicht mehr zu unterscheidende Empfindung erzeugt. Die Präzision, mit der dies geschieht, ist umgekehrt proportional dem durchschnittlich dabei begangenen Fehler. Da nun weiterhin die Genauigkeit der Bestimmungen um so grösser sein wird, je kleinere Empfindungsunterschiede wir zu schätzen vermögen, so muss auch die Unterschiedsempfindlichkeit $E$ dem begangenen mittleren Fehler $f$ umgekehrt proportional sein. $E = \frac{1}{f}$.

**IV. Die Methode der richtigen und falschen Fälle** besteht darin, zwei sehr wenig verschiedene Reize, deren Differenz $\Delta r$ so gering ist, dass sie noch nicht den für den eben merklichen Unterschied erforderlichen Betrag erreicht, auf das zu prüfende Sinnesorgan einwirken zu lassen. Die Versuchsperson wird in oft wiederholten derartigen Einzelversuchen wegen der durch die allzu kleine Reizdifferenz und durch temporäre Schwankungen der Unterschiedsempfindlichkeit bedingten Unsicherheit in der Vergleichung ihrer Empfindungen nur in einer gewissen Anzahl von Fällen ($R$ = richtige Fälle) das Richtige treffen, d. h. das Urteil abgeben: Der Reiz $r + \Delta r > r$; in einer anderen Zahl von Fällen ($G$ = Gleichheitsfälle) werden beide für nicht von einander verschieden gehalten werden, es wird also $r + \Delta r = r$ geurteilt werden; in einer weiteren Zahl von Fällen ($F$ = falsche Fälle) wird sogar der stärkere Reiz fälschlich für den schwächeren erklärt werden, also $r + \Delta r < r$ geurteilt werden.

Das Verhältnis der richtigen Fälle $R$ zur Gesammtzahl $N$ der Fälle, der Quotient $\frac{R}{N}$, wird offenbar um so mehr der Einheit sich nähern $\left(\frac{R}{N} = \frac{N}{N}\right)$, je grösser der Reizunterschied $\Delta r$ gewählt wurde; erreicht $\Delta r$ ganz den Wert des eben merklichen Unterschiedes, so wird in allen $N$ Fällen richtig geurteilt werden müssen; die Methode fällt dann mit der ersten, der Methode der Minimaländerungen, wieder zusammen. Im Anwendungsprinzip unterscheidet sich die Methode der richtigen und falschen Fälle von den drei früheren dadurch wesentlich, dass bei ihr nicht die Reize nach der Empfindung abgestuft werden, sondern dass man

umgekehrt die Reizunterschiede konstant lässt, und untersucht, wie sich in zahlreichen Beobachtungen die Empfindungen verhalten, die solchen konstanten Reizunterschieden entsprechen. Je grösser die Unterschiedsempfindlichkeit ist, um so häufiger werden für den konstant belassenen Reizunterschied $D$ die richtigen Fälle $R$ werden. In dem Quotienten $\frac{R}{N}$ erhalten wir bei der vierten Methode der richtigen und falschen Fälle ein Maass der Unterschiedsempfindlichkeit, welches direkt in Prozentzahlen verglichen werden kann, wenn man $N$ die Anzahl von Einzelbeobachtungen gleich 100 setzt. Wegen dieser ausserordentlich grossen Anzahl erforderlicher Einzelbeobachtungen ist der Einfluss der Ermüdung zu befürchten, die leicht eine Trübung des Resultates bedingen könnte, weshalb wir auf die Anwendung dieser Methode verzichteten.

In den folgenden Versuchen wurde ausschliesslich von der Methode der mittleren Fehler Gebrauch gemacht. Es ist darum zweckmässig für den Leser, der sich mit derartigen Berechnungen noch nicht beschäftigt hat, an einigen konkreten Beispielen die Art zu erläutern, nach der die folgenden Werte für den mittleren variabelen Fehler $f$ berechnet wurden. Bekanntlich dient diese von *Gauss* zuerst in die Wissenschaft eingeführte Berechnungsweise dazu, die Genauigkeit oder Zuverlässigkeit in einer Zahl zu präzisieren, welche dem Resultate für eine gemessene Grösse beizulegen ist. Ich entnehme aus *F. Kohlrausch's* „Leitfaden der Physik" folgendes Paradigma: Die Dichtigkeit eines Körpers wurde zehnmal bestimmt, wobei die folgenden

in der ersten Columne enthaltenen Werte gefunden wurden:

| Gefunden: | Abweichung $\delta$ vom Mittel: | $\delta^2$: |
|---|---|---|
| 9,662 | — 0,0019 | 0,000004 |
| 9,673 | + 091 | 083 |
| 9,664 | + 001 | 000 |
| 9,659 | — 049 | 024 |
| 9,677 | + 131 | 172 |
| 9,662 | — 019 | 004 |
| 9,663 | — 009 | 001 |
| 9,680 | + 161 | 259 |
| 9,645 | — 189 | 357 |
| 9,654 | — 0,0099 | 0,000098 |
| 9,6639 Mittel | | $\Sigma\delta^2 = 0{,}001002$ |

Es ist also, da $n = 10$, der mittlere Fehler der Einzelbestimmung $= \sqrt{\frac{0{,}001002}{9}} = \pm 0{,}011$.

Die folgenden zwei Beispiele sollen dem Leser die Details eines solchen Versuches nebst der Verarbeitung der bei je zehn Einstellungen gemachten Ablesungen zu dem „mittleren variabelen Fehler“ möglichst eingehend erläutern. Mit Absicht sind beide Beispiele so ausgesucht, dass sie bei gleichem konstanten Fehler (das arithmetische Mittel betrug beide Male 50,27 statt 50,00), die sehr ungleiche Disposition der Versuchsperson erstens in einem Normalversuch und zweitens unter dem Einfluss von 0,02 g salzsaurem Morphin durch den mittleren variabelen Fehler f, der sehr verschieden ausfiel (0,3267 im Normalversuch gegenüber 1,218 im Morphinversuch) zum deutlichen Ausdruck bringen:

## Normalversuch.

| Einstellungen der Marke auf | Abweichungen der Einstellungen vom Mittel $\delta$: | $\delta^2$: |
|---|---|---|
| 50,4 cm. | + 0,13 | 0,0169 |
| 50,0 | — 0,27 | 0,0729 |
| 50,0 | — 0,27 | 0,0729 |
| 50,1 | — 0,17 | 0,0289 |
| 50,7 | + 0,43 | 0,1849 |
| 50,7 | + 0,43 | 0,1849 |
| 50,6 | + 0,33 | 0,1089 |
| 50,4 | + 0,13 | 0,0169 |
| 49,9 | — 0,37 | 0,1369 |
| 49,9 | — 0,37 | 0,1369 |
| 50,27 = arithmet. Mittel | | $\Sigma\delta^2 = 0{,}9610$ |

Die Werte für $\delta$ werden gefunden, indem man das Mittel von jeder Einstellung subtrahiert.

also: $50{,}40 - 50{,}27 = + 0{,}13 = \delta$

oder: $49{,}90 - 50{,}27 = - 0{,}37 = \delta$

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung ergiebt nach *Gauss* für den mittleren Fehler $f$, welcher als jeder einzelnen Ablesung anhaftend vorausgesetzt werden kann, den Ausdruck: $f = \sqrt{\frac{\Sigma\delta^2}{n-1}}$; in dieser Formel ist $n = 10$, also $n - 1 = 9$, und $\sqrt{n-1} = 3$; im vorstehenden Beispiel ist die Quadratwurzel von 0,9610 durch 3 zu dividieren, um $f$ zu erhalten. Die Quadratwurzel findet man am einfachsten, indem man den Logarithmus von $\Sigma\delta^2$ durch 2 dividiert, und zu diesem halbierten Logarithmus den zugehörigen Numerus aufsucht:

$$lg\ 0{,}9610 = 0{,}98272 - 1;$$

$$^1/_2 \times lg\ 0{,}9610 = (1{,}98272 - 2) \times {}^1/_2 = 0{,}99136 - 1;$$

$$0{,}99136 - 1 = lg\ 0{,}9803;$$

$$\boldsymbol{f = \frac{0{,}9803}{3} = 0{,}3267.}$$

Morphinversuch.

| Einstellungen: | Abweichung vom Mittel $\delta$: | $\delta^2$: |
|---|---|---|
| 49,7 | — 0,57 | 0,3249 |
| 51,2 | + 0,93 | 0,8649 |
| 49,4 | — 0,87 | 0,7569 |
| 51,1 | + 0,83 | 0,6889 |
| 49,2 | — 0,07 | 1,1449 |
| 51,3 | + 0,03 | 1,0609 |
| 48,9 | — 1,37 | 1,8769 |
| 51,5 | + 1,23 | 1,5129 |
| 51,8 | + 1,53 | 2,3409 |
| 48,6 | — 1,67 | 2,7889 |
| 50,27 = arithmetisches Mittel | | $\Sigma\delta^2 = 13{,}3610$ |

$$\lg\ 13{,}3610 = 1{,}12584 = \lg\ \Sigma\delta^2;$$

$$\frac{1{,}12584}{2} = 0{,}56292 = \lg 3{,}6552 = \lg \sqrt{\delta d^2}$$

$$f = \frac{3{,}6552}{3} = \mathbf{1{,}2184.}$$

In gleicher Weise wie die vorstehenden beiden Beispiele sind im Folgenden alle Werte für den mittleren variabelen Fehler $f$ berechnet. Man ist auf solche Weise im Stande, die Zuverlässigkeit einer Versuchsperson in verschiedenen Zuständen in einem vergleichbaren Maassstabe mittelst eines exakten Zahlenwertes auszudrücken; man kann ferner auch die Güte des Augenmaasses bei verschiedenen Personen untereinander vergleichen. —

An mir selbst konnte ich den steten Einfluss der allmählich wachsenden Uebung durch das stete Herabgehen der $f$-Werte bis zu einem schliesslich nicht mehr zu verkleinernden Grenzwerte sehr deutlich nachweisen, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

| $f$ | $f$ | $f$ |
|---|---|---|
| 0,39 | 0,21 | 0,22 |
| 0,64 | 0,52 | 0,25 |
| 0,27 | 0,31 | 0,33 |
| 0,46 | 0,26 | 0,27 |
| 0,53 | 0,24 | 0,35 |
| 0,55 | 0,28 | 0,25 |
| 0,57 | 0,20 | 0,24 |
| 0,48 | 0,23 | 0,27 |
| 0,54 | 0,29 | 0,20 |
| 0,59 | 0,32 | 0,26 |
| 0,43 | 0,33 | 0,27 |
| 0,28 | 0,34 | 0,18 |
| 0,47 | 0,28 | 0,21 |
| 0,42 | 0,13 | 0,36 |
| 0,41 | 0,39 | 0,20 |
| 0,39 | 0,19 | 0,14 |
| 0,51 | 0,22 | 0,31 |
| 0,47 | 0,22 | 0,22 |
| 0,57 | 0,27 | 0,21 |
| 0,37 | 0,30 | 0,17 |
| 0,49 | 0,22 | 0,26 |
| 0,36 | 0,25 | 0,20 |
| 0,29 | 0,25 | 0,23 |
| 0,43 | 0,29 | 0,10 |
| 0,32 | 0,21 | 0,12 |
| 0,37 | 0,33 | 0,10 |
| 0,20 | 0,27 | 0,13 |
| 0,22 | 0,19 | 0,16 |
| 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| 0,29 | 0,23 | 0,27 |
| 0,20 | 0,24 | 0,14 |
| 0,13 | 0,31 | 0,21 |
| 0,34 | 0,32 | 0,20 |
| | | 0,21. |

Erst nachdem meine Unterschiedsempfindlichkeit im normalen Zustande gemessen durch den reciproken Wert $\frac{1}{f}$, durch weitere Uebung nicht mehr wesentlich erhöht wurde, begann ich mit den Versuchen über den Einfluss der Arzneistoffe. Jedem Versuche mit Medikamenten wurde vor dessen Einnahme eine Normalbestimmung vorausgeschickt, darauf der Arzneistoff genommen, und in passenden Zeiträumen je 10 Einstellungen ausgeführt. Meist änderte sich der mittlere variabele Fehler $f$ erheblich, indem er anfangs zu- dann später wieder abnahm. Die Aenderung der Grössenwerte für $f$ gab eine präcise Vorstellung von dem zeitlichen Verlauf der Veränderung, welche meine psychische Leistungsfähigkeit durch das Medikament erlitten hatte. Allerdings ward mir bald klar, besonders in den Versuchen mit den stark ermüdend wirkenden Substanzen, dass an dem raschen und oft erheblichen Anwachsen des mittleren variabelen Fehlers nicht lediglich die veränderte Schärfe des Augenmaases die Verschlechterung der abgegebenen Urteile allein bedingte, sondern dass auch sehr bald ein Nachlass der Aufmerksamkeit, also eine im Vergleich mit dem Normalzustande sehr bald auftretende Ermüdung der Psyche als zweite paralysierende Eigenschaft des lähmenden Medikamentes hinzukam. Letztere Erscheinung war leicht daran zu erkennen, dass die letzten von je 10 Einstellungen immer grössere $\delta$-Werte (Abweichungen vom Mittel) aufwiesen als die ersten derselben Serie, ein Vorkommen, das im Normalzustande wohl kaum beobachtet wurde. Als Beispiel hierzu seien ausser dem bereits aufgeführten Morphiumversuch noch folgende $\delta$-Reihen angeführt:

| δ | δ |
|---|---|
| + 0,39 | — 0,27 |
| — 0,31 | + 0,03 |
| — 0,11 | + 0,03 |
| + 0,29 | + 0,53 |
| — 0,41 | + 0,43 |
| — 0,11 | + 0,33 |
| + 0,49 | + 0,43 |
| — 0,41 | — 0,47 |
| + 0,79 | — 0,97 |
| — 0,61 | + 0,93 |
| δ | δ |
| + 0,70 | + 0,16 |
| — 0,30 | — 0,04 |
| + 1,00 | — 0,64 |
| — 1,50 | + 0,66 |
| + 1,30 | — 0,14 |
| — 1,20 | + 0,06 |
| + 1,40 | — 0,74 |
| — 1,40 | + 0,96 |
| + 1,60 | — 1,04 |
| — 1,60 | + 0,96 |

Unsere Prüfung der Beeinflussung des Augenmaasses durch pharmakologische Agentien erstreckte sich auf folgende Stoffe: Urethan, Chloralhydrat, Aethylalkohol, Paraldehyd, Amylenhydrat, Morphin, Amylnitrit, Essigaether, verschiedene Weine und Thee.

# Versuchsprotokolle.

## I. Urethan.

### 1. Versuch am 25./I.

Normalbestimmung um 4,00 h Nachmittags: $f = 0{,}28$; um 4,05 h werden 2 g Urethan in einem halben Weinglas voll Wasser getrunken; $^3/_4$ Stunde später, um 4,50 h Ablesung: $f = 0{,}36$; um 5,25 h Ablesung: $f = 0{,}82$.

Es wird einige Schwere in den Augenliedern verspürt, sonst ist das körperliche Befinden unverändert gut.

Um 5,30 h werden noch 3 g Urethan in einem halben Weinglas voll Wasser getrunken; um 6,05 h Ablesung: $f = 0{,}76$; um 7,55 h Ablesung: $f = 0{,}44$.

### 2. Versuch am 5./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachmittags: $f = 0{,}27$; um 4,15 h werden 3 g Urethan in 50 cc Wasser gelöst getrunken und 50 cc Wasser nachgetrunken; um 4,45 h Ablesung: $f = 0{,}58$. Es wird geringe Müdigkeit verspürt.

Um 5,30 h Ablesung: $f = 0{,}69$; um 6,00 h werden 2 g Urethan in 50 cc Wasser gelöst getrunken, und 50 cc Wasser nachgetrunken; um 6,30 h Ablesung $f = 0{,}76$; es tritt starke Schläfrigkeit ein; um 7,00 h Ablesung: $f = 0{,}68$; die Schläfrigkeit ist geringer.

### 3. Versuch am 8./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachmittags: $f = 0{,}25$; um 4,00 h werden 4 g Urethan in 100 cc Wasser gelöst getrunken; das gleiche Quantum Wasser wird nachgetrunken. Um 5,00 h Ablesung: $f = 0{,}60$; leichte Müdigkeit wird verspürt. Um 5.30 h werden wiederum 4 g Urethan in 100 cc Wasser gelöst getrunken und

einige Schluck Wasser nachgetrunken. Bald tritt grosse Müdigkeit ein mit Schwere des Kopfes und der Glieder. Um 6,00 h Ablesung: $f = 1{,}14$.

## II. Chloralhydrat.

### 4. Versuch am 26./I.

Normalbestimmung um 4,00 h Nachm.: $f = 0{,}31$. Gleich darauf werden 2 g Chloralhydrat in einem halben Weinglas voll Wasser gelöst getrunken. Zur Beseitigung des unangenehmen bitterkühlen, brennenden Geschmackes wird etwas Wasser nachgetrunken. Kurz darauf ist leichte Benommenheit des Kopfes und Schwere der Augenlider zu verspüren, dann tritt Uebelkeit und Anwandlung von Schlaf ein; um 4,20 h Ablesung: $f = 0{,}96$, um 4,40 h Ablesung: $f = 0{,}88$; das körperliche Befinden bessert sich rasch; um 5,10 h Ablesung: $f = 0{,}41$.

### 5. Versuch am 30./I.

Normalbestimmung um 4,15 h Nachm.: $f = 0{,}24$; um 4,20 h wird 1 g Chloralhydrat in etwas Wasser gelöst getrunken und einige Schluck Wasser nachgetrunken; eine halbe Stunde später, um 4,50 h Ablesung: $f = 0{,}65$. Geringe Schläfrigkeit ist vorhanden, kein Uebelbefinden. Um 5,20 h wird wieder 1 g Chloralhydrat in etwas Wasser gelöst getrunken. Bald darauf ist Schwere der Augenlider und stärkere Schläfrigkeit zu verspüren, sonst ist das Allgemeinbefinden gut: um 5,45 h Ablesung: $f = 0{,}74$; um 6,15 h Ablesung: $f = 0.80$.

### 6. Versuch am 2./II.

Normalbestimmung um 4,00 h Nachmittags: $f = 0{,}32$; um 4,30 h werden 2 g Chloralhydrat in 50 cc Wasser gelöst getrunken, darauf 50 cc Wasser nachgetrunken; um 4,45 h Ablesung: $f = 0{,}67$. Gefühl von

Müdigkeit, Schlafanwandlung, Schwere der Augenlider und Extremitäten ist zu verspüren. Um 5,15 h wird wiederum 1 g Chloralhydrat in 25 cc Wasser gelöst getrunken und 25 cc Wasser nachgetrunken; um 5,45 h Ablesung: $f$ — 0,62. Es wird der Harn auf Urochloralsäure untersucht, die bald nach der Einnahme von Chloralhydrat im Harne zu erscheinen pflegt. Sie wird ebenso wie der Traubenzucker im alkalischen Harn durch *Fehling*'sche Lösung reduziert, unterscheidet sich aber vom Traubenzucker dadurch, dass sie nicht gährt, und, wie alle gepaarten Glycuronsäuren die Ebene des polarisierten Lichtes nach links dreht. Sie ist reichlich vorhanden. Unterdessen hat die Müdigkeit sehr zugenommen; um 6,30 h Ablesung: $f = 1{,}08$.

### III. Aethylalkohol.

7. Versuch am 29./I.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachmittags: $f =$ 0,19. Ein guter Rheinwein hat einen Alkoholgehalt von etwa 10%. Die Flasche — ihr Inhalt zu 0,8 Liter gerechnet — enthält also 80 cc Aethylalkohol. Dementsprechend werden um 4,25 h 80 cc 95%igen Alkohol vermengt mit dem gleichen Volum Wasser unter Zusatz von 15 g Zucker als Geschmackskorrigens in langsamen kleinen Zügen getrunken, dann 50 cc Wasser nachgetrunken. Eine Viertelstunde später, um 4,40 h Ablesung: $f = 0{,}44$; um 5,10 h Ablesung: $f = 0{,}40$. Körperliches Befinden, von geringem Unbehagen abgesehen, gut. Keine Müdigkeit oder Schläfrigkeit. Um 5,35 h werden wiederum 80 cc 95%igen Alkohol mit dem doppelten Volum Wasser vermischt ohne Zuckerzusatz in kurzen langsamen Zügen getrunken, darauf 50 cc Wasser nachgetrunken; um 5,50 h Ablesung; $f = 0{,}46$; um 6,30 h Ablesung: $f = 0{,}90$. Es mag auf-

fallend erscheinen, dass trotz der Aufnahme einer immerhin beträchtlichen Alkoholmenge die Ausschläge nicht sonderlich gross sind. Der Grund muss wohl darin gesucht werden, dass die Wirkung des Alkohols auf den Organismus erst später, nach 8,00 h sich deutlicher zeigte, um welche Zeit all die Erscheinungen, die eine übermässige Alkoholzufuhr zur Folge zu haben pflegt, auch in diesem Falle auf das prompteste sich einstellten. Aus dieser Zeit liegen aber leider keine Ablesungen vor.

### 8. Versuch am 31./I.

Normalbestimmung um 2,50 h Nachmittags: $f$ 0,23; um 3,10 h werden 80 cc 95%igen Alkohol mit dem doppelten Volum Wasser vermengt in langsamen Zügen getrunken; um 4,10 h Ablesung: $f$ 0,57; Gefühl von Benommenheit und Schwere der Glieder: um 5,15 h Ablesung: $f$ 1,10; um 6,15 h Ablesung: $f$ 0,88.

### 9. Versuch am 1./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f$ 0,24; um 3,15 h werden 80 cc 95%igen Alkohol mit gleichem Volum Wasser vermischt getrunken und zur Linderung des brennenden Geschmacks einige Schluck Wasser hinterher getrunken; um 4,15 h Ablesung: $f$ = 0,42; um 4,45 h werden wiederum 80 cc 95%igen Alkohol mit dem gleichen Volum Wasser vermengt getrunken und einige Schluck Wasser nachgetrunken; um 5,30 h Ablesung: $f$ 0,87; um 6,00 h Ablesung: $f$ 0,80.

## IV. Paraldehyd.

### 10. Versuch am 12./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachmittags: $f$ = 0,24; um 4,30 h werden 4 g Paraldehyd in 34 cc Wasser gelöst getrunken. Bei unverändert gutem Allgemeinbe-

finden um 5,15 h Ablesung: $f = 1{,}09$. Stärkere Müdigkeit stellt sich ein; um 6,15 h Ablesung: $f = 1{,}39$; geringe Schläfrigkeit; um 7,00 h Ablesung: $f = 0{,}99$. Kein Gefühl von Ermüdung, Allgemeinbefinden gut.

11. Versuch am 14./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachmittags: $f = 0{,}18$; um 4,15 h werden 4 g Paraldehyd gelöst in 34 cc Wasser getrunken und einige Schluck nachgetrunken; um 4,40 h Ablesung: $f = 0{,}81$; geringe Müdigkeit, die sich schnell zu grosser Schläfrigkeit steigert; um 5,05 h Ablesung: $= 1{,}05$; um 5,45 h Ablesung: $f = 1{,}02$; um 6,30 h Ablesung: $f = 0{,}70$; um 7,00 h Ablesung: $f = 0{,}36$.

12. Versuch am 15./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f = 0{,}21$; um 4,15 werden 5 g Paraldehyd in 42,5 cc Wasser gelöst getrunken und einige Schluck Wasser nachgetrunken. Bald stellt sich eine gewisse Schwere des Kopfes ein, während sonst das Befinden unverändert gut bleibt; um 5,00 h Ablesung: $f = 1{,}06$; um 5,45 h Ablesung: $f = 1{,}19$. Allgemeinbefinden gut; um 8,15 h Ablesung: $f = 0{,}50$

## V. Amylenhydrat.

13. Versuch am 19./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f = 0{,}36$; um 4.00 h werden 4 g Amylenhydrat in 80 cc Wasser gelöst getrunken und wegen des sehr widrigen bitterkühlen, brennenden Geschmacks einige Schluck Wasser nachgetrunken. Nach einer halben Stunde tritt grosse Schläfrigkeit ein; um 5,00 h Ablesung: $f = 1{,}21$; Müdigkeit, Schwere des Kopfes und der Glieder, um 6,00 h

Ablesung: $f$ 0,92; geringe Müdigkeit: um 6,45 h Ablesung: $f$ 0,60; Befinden gut: um 7.15 h Ablesung: $f = 0{,}40$.

### 14. Versuch am 20. II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f = 0{,}20$; um 4,00 h werden 4 g Amylenhydrat in 80 cc Wasser gelöst getrunken und einige Schluck Wasser nachgetrunken. Bald stellt sich geringe Müdigkeit ein: um 5,00 h Ablesung: $f$ 0,93. Allmählich schwindet das Gefühl von Ermüdung; bei gutem Allgemeinbefinden um 6,00 h Ablesung: $f$ 0,66; um 7,00 h Ablesung: $f$ 0,45. Befinden andauernd gut.

### 15. Versuch am 21./2

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f = 0{,}14$; um 4,00 h werden 4 g Amylenhydrat in 100 cc Wasser getrunken, und einige Schluck Wasser nachgetrunken. Um 4,30 h bei unverändert gutem Befinden, Ablesung: $f$ 0,71. Um 5,00 h werden noch 2 g Amylenhydrat in 50 cc Wasser getrunken. Bald stellt sich ziemlich starke Müdigkeit und Abgespanntheit ein, Gefühl von Schwere des Kopfes und der Glieder: um 5,30 h Ablesung: $f$ 1,14. Um 6,00 h bei grosser Müdigkeit und Schläfrigkeit Ablesung: $f$ 1,37. Allmählich nimmt die Müdigkeit ab, das Allgemeinbefinden wird besser; um 7,00 h Ablesung: $f$ 0,75; um 7,30 h Ablesung: $f$ 0,42. Nur noch geringe Müdigkeit ist zu verspüren.

## VI. Morphin.

### 16. Versuch am 23./II.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f$ 0,31; um 4,30 h werden 0,02 g salzsaures Morphin in 50 cc

Wasser genommen; geringe Schläfrigkeit stellt sich ein; um 5,00 h Ablesung: $f = 0{,}96$. Bei zunehmender Schläfrigkeit um 6,00 h Ablesung: $f = 1{,}22$; um 6,20 h Ablesung: $f = 1{,}26$; allmählich wird die Müdigkeit geringer; um 7,00 h Ablesung: $f = 0{,}65$.

17. Versuch am 23./II.

Normalbestimmung um 3.40 h Nachm.: $f = 022$; um 3,45 h werden 0,02 g Morphin in 50 cc Wasser getrunken; um 4,20 h Ablesung: $f = 0{,}70$; um 5,20 h Ablesung: $f = 1{,}14$; es macht sich grosse Schläfrigkeit geltend; um 6,00 h Ablesung: $f = 1{,}69$; Müdigkeit und Schläfrigkeit nehmen langsam ab; um 7,00 h Ablesung: $f = 0{,}45$.

18. Versuch am 28./II.

Normalbestimmung um 4,10 h Nachm.: $f = 0{,}21$; um 4,15 h werden 0,02 g Morphin in 30 cc Wasser getrunken; um 5,15 h Ablesung: $f = 0{,}57$;] geringe Müdigkeit; um 6,00 h wird noch 0,01 Morphin in 25 cc Wasser gelöst getrunken; um 6,15 h Ablesung: $f = 1{,}23$; es stellt sich rasch grosse Schläfrigkeit ein. um 7,00 h Ablesung: $f = 1{,}33$; um 7,40 h Ablesung: $f = 0{,}64$.

## VII. Amylnitrit.

19. Versuch am 5./III.

Normalbestimmung um 4,00 h Nachm.: $f = 0{,}17$; um 4,30 h werden 10 Tropfen Amylnitrit auf ein Taschentuch gegossen und dann einigemal tief inhaliert; es tritt starke Steigerung der Pulsfrequenz, Beklemkung ein. Gleich im Anschluss an die Inhalation Ablesung: $f = 1{,}06$; um 5,10 h Ablesung: $f = 0{,}26$.

20. Versuch am 5./III.

Normalbestimmung um 5,10 h Nachm.: $f$ 0,26; um 5,15 h werden 7 Tropfen Amylnitrit auf ein Taschentuch gegossen, dann wird langsam inhaliert. Nach der Inhalation Ablesung: $f$ = 1,43; um 6,10 h Ablesung: $f = 0{,}21$.

21. Versuch am 5./III.

Normalbestimmung um 6,10 h Nachm.: $f$ 0,21; um 6,15 h werden 10 Tropfen Amylnitrit auf ein Taschentuch gegossen und langsam inhaliert. Während des Inhalierens Ablesung: $f = 1{,}45$.

NB. Um Amylnitrit rein zu erhalten, war demselben eine Messerspitze voll Soda zugesetzt worden, die die ev. vorhandene freie salpetrige Säure wegnehmen sollte.

## VIII. Essigäther.

22. Versuch am 27./V.

Normalbestimmung um 4,15 h Nachm.: $f$ 0,21; um 4,45 h werden 5 cc Essigäther in 100 cc Wasser gelöst getrunken; um 5,05 h Ablesung: $f$ 0,37; um 6,10 h Ablesung: $f = 0{,}21$.

23. Versuch am 28./V.

Normalbestimmung um 4,00 h Nachm.: $f$ 0,20; um 4,15 h werden 2 g Essigäther gelöst in 50 cc Wasser getrunken; um 5,00 h Ablesung: $f$ 0,19. Um 6,15 h werden noch 2 g Essigäther in 50 cc Wasser gelöst getrunken; um 6,20 h Ablesung: $f$ 0,24; um 7,05 h Ablesung: $f$ 0,60; um 8,00 h Ablesung: $f$ 0,27.

24. Versuch am 30./V.

Normalbestimmung um 4,40 h Nachm.: $f = 0{,}21$; um 4.50 h wird 1 g Essigäther in 50 cc Wasser gelöst getrunken; um 5,20 h Ablesung: $f = 0{,}28$; um 5,50 h Ablesung: $f = 0{,}29$.

## IX. Wein.

25. Versuch am 6./V.

Normalbestimmung um 4,00 h Nachm.: $f = 0{,}10$; danach wird eine Flasche 1892er Wiltinger in einem Zeitraum von drei Viertelstunden getrunken; um 4,45 h Ablesung: $f = 0{,}40$; um 5,15 h Ablesung: $f = 0{,}42$; um 6,00 h Ablesung: $f = 0{,}33$; um 6,40 h Ablesung: $f = 0{,}22$.

26. Versuch am 9./V.

Normalbestimmung um 4,30 h Nachm.: $f = 0{,}13$; dann wird eine Flasche 1890er Oberemmeler zur Hälfte getrunken; um 4,50 h Ablesung: $f = 0{,}27$; die zweite Hälfte wird nun getrunken; um 5,50 h Ablesung: $f = 0{,}56$; um 6,35 h Ablesung: $f = 0{,}43$; um 7,05 h Ablesung: $f = 0{,}37$.

27. Versuch am 10./V.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f = 0{,}17$; darauf wird eine Flasche 1890er Canzemer getrunken; um 3.50 h Ablesung: $f = 0{,}64$; um 4,30 h Ablesung: $f = 0{,}60$; um 5,00 h Ablesung: $f = 0{,}25$; um 6,10 h Ablesung: $f = 0{,}28$.

28. Versuch am 13./V.

Normalbestimmung um 4,30 h Nachm.: $f = 0{,}20$. Eine Flasche 1890er Ayler Kupp wird zur Hälfte getrunken; um 4,50 h Ablesung: $f = 0{,}28$; die Flasche wird nun zu Ende getrunken; um 6,00 h Ablesung: $f = 0{,}69$; um 7,30 h Ablesung: $f = 0{,}22$.

29. Versuch am 21./V.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f = 0{,}27$. Von einer Flasche 1884er Piesporter Auslese wird die eine Hälfte getrunken: um 3,35 h Ablesung: $f$ 0,30; die andere Hälfte der Flasche wird getrunken; um 4,50 h Ablesung: $f$ 0,59; um 6,15 h Ablesung: $f$ 0,25.

30. Versuch am 24./V.

Normalbestimmung um 3,20 h Nachm.: $f = 0{,}14$; es wird nun eine Flasche 1876er Beaune (Burgunder) innerhalb drei Viertelstunden getrunken: um 4,10 h Ablesung: $f = 0{,}43$: um 4,30 h Ablesung: $f$ 0,47: um 5,00 h Ablesung: $f$ 0,33: um 6,10 h Ablesung: $f$ 0,22.

## X. Thee.

31. Versuch am 23./VII.

Normalbestimmung um 3,00 h Nachm.: $f = 0{,}18$; ein Theeaufguss aus 10 g feinstem chinesischem Thee übergossen mit 125 g siedendem Wasser wird 5 Minuten lang ziehen gelassen und dann um 3,20 h getrunken: um 3,30 h Ablesung: $f = 0{,}12$; um 3,40 h Ablesung: $f = 0{,}14$; um 4,15 h Ablesung: $f = 0{,}23$.

32. Versuch am 24./VII.

Normalbestimmung um 3,15 h Nachm.: $f = 0{,}28$; um 3,30 h wird ein Theeaufguss aus 10 g Thee und 200 g siedendem Wasser, nachdem er 5 Minuten lang ziehen gelassen worden war, unter Zusatz von etwas Zucker getrunken: um 3,45 h Ablesung: $f$ 0,22; um 4,15 h Ablesung: $f$ 0,18; um 4,45 h Ablesung: $f$ 0,24.

33. Versuch am 26./VII.

Normalbestimmung um 4,00 h Nachm.: $f = 0{,}33$; um 4,15 h wird ein Theeaufguss von 10 g Thee und

200 g siedendem Wasser 5 Minuten lang ziehen gelassen und dann nach Zusatz von Zucker getrunken; um 4,30 h Ablesung: $f = 0{,}13$; um 5,00 h Ablesung: $f = 0{,}24$; um 5,30 h Ablesung: $f = 0{,}25$.

---

Um den Gang der Veränderungen dem Auge anschaulicher zu machen, ist eine Anzahl von Versuchen in Curven dargestellt, deren Abscissenaxe die Zeitfolge angiebt, während die Ordinaten die verschiedenen $f$-Werthe präsentieren. —

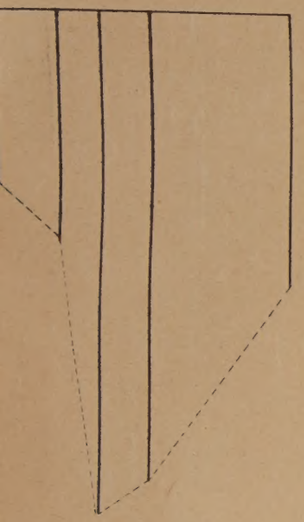
Aus den Versuchsprotokollen ergiebt sich, dass mit Ausnahme der Theeversuche in jedem Falle nach Aufnahme von pharmakologischen Agentien die Psyche eine Veränderung erlitt, derart, dass die Genauigkeit der Augenmaassbestimmungen eine mehr oder weniger grosse Herabsetzung erfuhr. Am bedeutendsten zeigte sich diese Herabsetzung unter der Einwirkung von narkotischen Medikamenten — am meisten nach Morphin —, am geringsten war sie nach dem Genuss von Essigäther. Eine vermittelnde Stellung zwischen beiden Stoffen nehmen die verschiedenen Weine ein, unter deren Einwirkung die Schärfe des Augenmaases eigentlich eine überraschend geringe Verminderung erfuhr. Die Versuche mit Thee waren die einzigen, bei denen die Augenmaassprüfung keine Herabsetzung, sondern eine, wenn auch nicht sehr erhebliche, so doch deutlich messbare Steigerung der Unterschiedsempfindlichkeit ergab. Bei der schon im Normalzustande recht feinen Unterschiedsempfindlichkeit war eine erheblichere Verkleinerung der $f$-Werte auch gar nicht mehr zu erwarten. —

Gern hätte ich diese Augenmaassprüfungen, die ich an mir selbst anstellte, auf eine grössere Anzahl

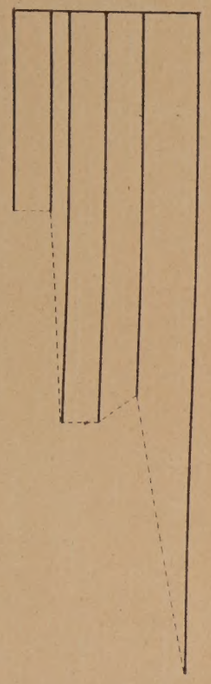
von Versuchspersonen ausgedehnt, aber diesem Vorhaben stellten sich mancherlei Schwierigkeiten entgegen, schon weil es nicht gelang, andere Personen zur Mitwirkung an diesen immerhin zeitraubenden Versuchen zu bewegen. Einmal nur war ich in der Lage mit einem im Laboratorium arbeitenden Bekannten eine Prüfung vorzunehmen, die leider nur vereinzelt geblieben ist. Ich möchte sie aber dennoch hier anführen, weil sie mit zu den Untersuchungen gehört, die ich bei Beginn meiner Arbeit ebenfalls ausführen wollte. Durch Augenmaassprüfungen sollte festgestellt werden, inwiefern die gegen die Nachwirkungen zu starken Alkoholgenusses mit Vorliebe angewandten Nervenmittel wie Antipyrin, Acetanilid, Phenacetin, Coffeïn u. a. eine Aufbesserung nicht blos des subjektiven Befindens, sondern auch der psychophysischen Leistungsfähigkeit bewirken können. Der betreffende Herr hatte am Abend zuvor reichliche Alkoholmengen in Form von Wein und Bier genossen und hatte am folgenden Morgen, bevor er zu dem als Antidot erprobten Antipyrin griff, die Liebenswürdigkeit eine Augenmaassprüfung mit sich vornehmen zu lassen. In diesem durch das Medikament noch nicht beeinflussten Zustand war $f$ 1,41. Unmittelbar darauf nahm er 1 g Antipyrin und bei einer drei Viertelstunden später vorgenommenen Prüfung ergab sich $f$ 0,38, während er sonst unter normalen Verhältnissen einen mittleren Fehler von durchschnittlich 0,21 machte.

Am Schlusse der Arbeit drängt es mich, dem Herrn Geheimen Medizinalrat Prof. Dr. Binz für die Ueberweisung des Themas und die gütige Ueberlassung der Institutsmittel, sowie Herrn Prof. Dr. Dreser für die reiche Unterstützung und Förderung, die er mir durch Rat und That in liebenswürdigster Weise zu teil werden liess, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

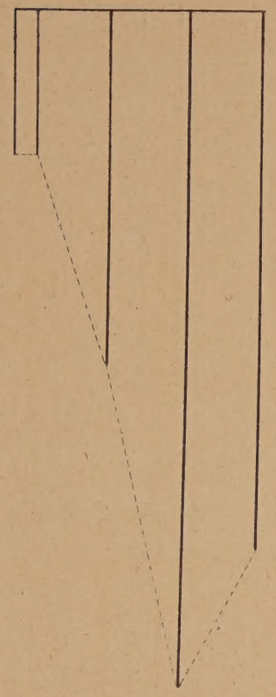
Urethan. (1. Versuch)



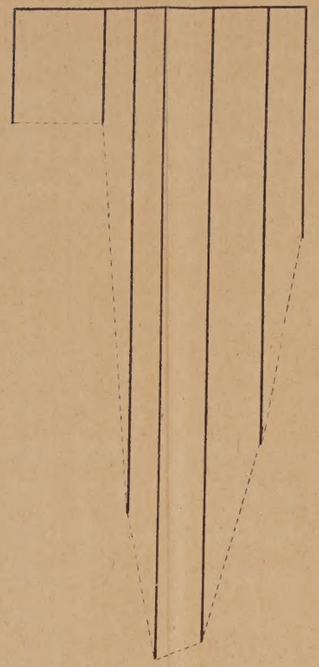
Chloralhydrat. (6. Versuch)



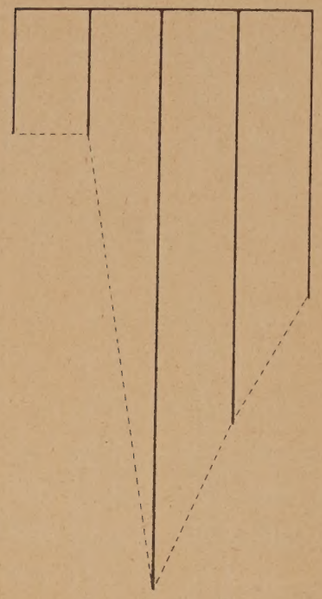
Alkohol. (8. Versuch)



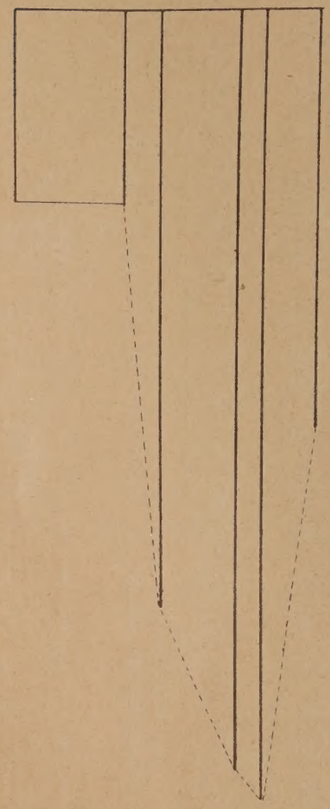
Paraldehyd. (11. Versuch)



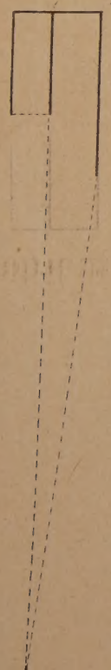
Amylenhydrat. (14. Versuch)



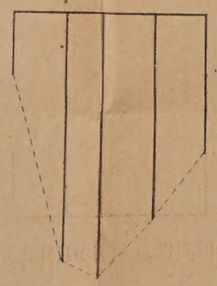
Morphin. (16. Versuch)



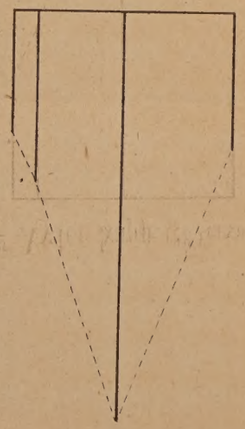
Amylnitrit. (19. Versuch)



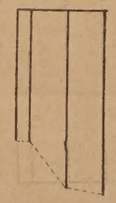
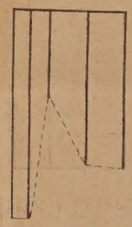
92er Wiltinger. (25. Versuch)



90er Ayler Kupp. (28. Versuch)



Essigaether. (24. Versuch)



Thee. (33. Versuch)